Zeitschrift: Cahiers d'archéologie romande
Herausgeber: Bibliothèque Historique Vaudoise
Band: 174 (2019)

Artikel: Les stations lacustres de Clendy à Yverdon-les-Bains (Vaud, Suisse) : contexte environnemental, datations, stratigraphie et structures architecturales
Autor: Winiger, Ariane / Weidmann, Denis / Strahm, Christian
Kapitel: 5: Dendrologie
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1036604

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 06.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

5. Dendrologie

5.1 Introduction

Dans le chapitre 3, nous avons vu comment s'est constituée la « collection » des bois de construction, pilotis et bois horizontaux piégés dans les différents niveaux d'occupation, mise aux jours sur l'ensemble du site de Clendy (« Yverdon-Baie de Clendy » ou « Avenue des Sports ») au fil des interventions, fouilles programmées, fouilles de sauvetage et sondages archéologiques. Les processus de sélection des bois à dater ont bien évidemment varié au cours du temps et vont avoir une influence sur les résultats obtenus. Cette évolution n'est que le reflet de ce qui se passe d'une manière plus générale au niveau de l'archéologie des palafittes en Suisse et du recours progressif à la dendrochronologie. Une très bonne mise en perspective de cet aspect de la recherche est donnée par l'historienne Géraldine Delley dans sa thèse de doctorat (Delley 2015).

Ainsi, pas moins de trois laboratoires de dendrochronologie différents ont examiné les différents lots prélevés successivement lors des 40 années qui ont suivi les premières investigations systématiques de l'Université de Fribourg-en-Brisgau.

Les premiers bois ont été analysés par Veronika Siebenlist-Giertz chercheuse formée au laboratoire de dendrologie de l'Université de Munich. C. Strahm lui a transmis 455 échantillons provenant des campagnes de fouilles des années 1970. On se trouve ici dans le contexte évoqué par G. Delley (2015, p. 244) : « Dès les années 1960, si le potentiel d'analyse micro-historique des villages lacustres révélé par la dendrochronologie s'annonce prometteur, sa réalisation s'avère en revanche compliquée. Jusqu'au tournant des années 1970, les archéologues suisses envoient leurs échantillons à dater à l'Institut de recherches forestières de Munich, que dirige Bruno Huber. Il en découle d'importantes contraintes logistiques au sein desquelles les priorités sont le plus souvent fixées par les dendrochronologues. À ce titre, bien que les archéologues considèrent qu'il est nécessaire de mesurer le maximum de bois en vue de dater les différentes phases de construction des villages et d'en reconstituer les plans, la lourdeur du travail de mesure impose un choix d'échantillons limité. En outre, la sélection des bois doit répondre aux besoins de l'établissement d'une courbe de référence continue du chêne d'Europe centrale, un travail débuté par Huber dans les années 1940 qui doit conduire à relier sans interruption le présent aux périodes préhistoriques. Enfin, les échanges à distance ne permettent pas toujours de suivre efficacement le travail de mesure effectué par les dendrochronologues. Il n'est pas rare, dans de telles circonstances, que les archéologues doivent renoncer aux objectifs de recherche qu'ils se sont fixés. ».

Ainsi, seuls les chênes comptant plus de 50 cernes ont été analysés à cette époque. Parmi les 179 chênes mesurés qui correspondent à ce critère et ont un âge suffisant, 54 sont synchronisés dans un premier temps. Les mesures dendrochronologiques de la chercheuse allemande V. Siebenlist-Giertz permettent de réaliser deux séquences chronologiques, la première de 290 ans (Yverdon A) et la seconde de 90 ans (Yverdon B) qui ne se chevauchent pas, mais sont séparées par peu de temps (fig. 52). Trente-huit échantillons prélevés tous les 10 ans et qui couvrent l'ensemble de ces séquences ont été mesurés par la méthode du radiocarbone. « Les datations ^{14}C seront effectuées au laboratoire de Berne et c'est sous l'égide de cette institution que les dates d'Yverdon seront présentées lors des actes de la 9e Conférence Internationale sur le radiocarbone qui s'est tenue à Los Angeles en 1976 (Beer *et al.* 1979). »... « Cet article côtoie d'autres contributions qui mettent en évidence l'apport des recherches lacustres suisses dans le domaine de la datation absolue et de la calibration du radiocarbone (par exemple Lambert et Orcel 1979 ; Stickel et Becker 1979), l'une étant consacrée aux datations des sites néolithiques de Suisse occidentale et l'autre aux sites néolithiques et de l'âge du Bronze de la région zurichoise » (Delley 2015, p. 170).

Par la suite, ces deux séquences sont datées ; le tableau de la fig. 52 qui reproduit littéralement celui publié par C. Wolf

(1992, fig. 1) présente les résultats obtenus, publiés par Egger et Gassmann en 1985 (voir infra).
Un deuxième laboratoire de dendrochronologie, celui de Neuchâtel, réalisa l'étude de 123 bois, pieux et bois couchés, prélevés lors des fouilles du Garage Martin de 1973 par G. Kaenel (Lambert et Orcel 1976). Nous avons déjà examiné les résultats obtenus au chapitre 3.4.1. En résumant et pour éviter la redite, l'état de conservation des bois était mauvais et le dernier cerne de croissance sous l'écorce n'a jamais pu être déterminé avec certitude. En outre, les bois étaient en moyenne très jeunes ce qui n'a pas permis d'utiliser des coefficients mathématiques classiques. Les chercheurs ont donc réalisé des corrélations basées sur deux postulats. Le premier prend en compte le niveau d'apparition du bois qui permet d'attribuer les échantillons aux occupations successives reconnues dans la succession stratigraphique du site ; le second affirme que les pilotis appartiennent tous à des constructions réalisées par les porteurs des cultures attestées sur le site. Cette première étude des bois du Garage Martin n'a pas permis de dater les occupations dans l'absolu. Ce cas illustre, lui aussi, l'évolution des recherches dendrochronologique et les problèmes rencontrés lorsque les bois utilisés sont jeunes et ne comptent que peu de cernes de croissance.
À partir du milieu des années 1980 une courbe continue de référence du chêne qui couvre une période comprise entre le présent et le début du Néolithique est établie (Becker *et al.* 1985). Cette courbe est issue d'un intense travail de collaboration mis en place entre les laboratoires de radiocarbone et de dendrochronologie, notamment ceux de Zurich et de Neuchâtel, mais aussi ceux nouvellement créés comme le Laboratoire Romand de Dendrochronologie fondé en 1982 par C. et A. Orcel et le laboratoire de Hemmenhofen, mis en place par A. Billamboz en 1985. « Entre 1977 et le milieu des années 1980, le référentiel du chêne des sites lacustres suisses va être rapidement complété, grâce aux contributions des laboratoires de Zurich (Francuz *et al.* 1985) et Neuchâtel (Egger 1983 ; 1985), auxquels est venu s'ajouter celui de Moudon créé en 1982 (Orcel et Orcel 1985…). L'état de cette chronologie est publié dans deux ouvrages de synthèse (Becker *et al.* 1985 ; Stöckli *et al.* 1986). En résumé, la courbe dendrochronologique préhistorique du chêne qui vaut pour les sites lacustres et palustres du Plateau suisse et du sud de l'Allemagne couvre les années entre 4089 et 2434 av. J.-C., reprend entre 1864 et 1503 av. J.-C., puis entre 1450 et 848 av. J.-C. (…) Ajoutons enfin qu'au début des années 1980, deux nouveaux laboratoires de dendrochronologie seront installés dans le sillage des laboratoires de Zurich et de Neuchâtel. Le Laboratoire Romand de Dendrochronologie est fondé à Moudon par Christian et Alain Orcel, dont on se souvient que le premier avait été engagé comme dendrochronologue à Neuchâtel, après avoir été formé à Zurich, et que le second était impliqué dans les fouilles de Twann. Un second laboratoire est fondé à Hemmenhofen dans le sud de l'Allemagne par André Billamboz, ancien fouilleur d'Auvernier qui s'est formé à la dendrochronologie en partie à Zurich » (Delley 2015, p. 199).
On trouvera une description détaillée et enrichissante de l'historique de la constitution de cette courbe dans la synthèse de G. Delley (2015, p.197-198).
Dans ce contexte, une fourchette de datations pour les pieux des couches inférieures du Cortaillod tardif du Garage Matin est publiée, avec une phase d'abattage donnée entre 3588 et 3581 av. J.-C. (Egger et Gassmann 1985, p. 50). Alors que pour le Lüscherz de l'Avenue des Sports quatre phases d'abattage sont publiées entre 2765 et 2758 av. J.-C., entre 2752 et 2738 av. J.-C., entre 2734 et 2731 av. J.-C. et entre 2729 et 2725 av. J.-C. et cinq phases pour l'Auvernier-Cordé (ex civilisation Saône-Rhône) entre 2626 et 2621 av. J.-C., en 2588 av. J.-C., en 2576 av. J.-C., en 2555 av. J.-C. et entre 2530 et 2510 av. J.-C. (Egger et Gassmann 1985, p. 51 et 52).
Le troisième laboratoire impliqué dans l'étude des bois des palafittes de la Baie de Clendy à Yverdon est le Laboratoire Romand de Dendrochronologie (LRD) qui se voit confier dans un premier temps les lots de bois provenant des fouilles de C. Wolf. Comme nous l'avons vu, ce dernier a numéroté les bois de ses campagnes (pilotis et bois couchés) en continu de 1 à 1713 sans prendre en compte les numéros déjà utilisé par C. de Strahm et consorts. Afin de distinguer ces deux lots qui ont été réunis dans la même base de données, ceux de Strahm sont précédés des lettre ST (pour Strahm) et ceux de Wolf sont précédé de la lettre H (pour Holz)[1]. En fait, la base des bois d'Yverdon, Baie de Clendy, compte 1429 entrées correspondant aux campagnes de C. Wolf, car certains numéros n'ont pas été utilisés (284). Elles correspondent en fait à 11 annulés (qui sont des bois déjà prélevés par C. Strahm dans la zone 1 et dont les pointes ont été retrouvées par l'équipe de C. Wolf), 411 bois couchés et 1007 pilotis. Les résultats des analyses sont regroupés dans deux rapports inédits (Orcel *et al.* 1994 et Orcel *et al.* 1995). Le premier dresse l'inventaire de tous les bois des fouilles Wolf. Ainsi, l'essence végétale de tous les bois réceptionnés au laboratoire a été déterminée, mais seuls les chênes ont fait l'objet d'analyses dendrochronologiques. Pour cette première étude, le LRD a reçu les données brutes anciennes, mesures et inventaire établis par V. Siebenlist-Giertz sur les bois des fouilles de C. Strahm. L'année suivante, un deuxième mandat d'étude, en vue de synchroniser et d'obtenir des datations pour les bois des essences autres que le chêne est donné au LRD. Les résultats de ces recherches sont regroupés dans le deuxième rapport (Orcel *et al.* 1995). Finalement, de nouvelles tentatives de datations ont été réalisées en 1998 (Orcel *et al.* 1998) et 2002 (Orcel *et al.* 2002) sur les bois prélevés lors des fouilles de G. Kaenel au « Garage Martin ». Ces nouveaux essais ont été réalisés, sous l'impulsion de C. Wolf, durant et juste après les fouilles de Concise qui ont permis d'étoffer considérablement le référentiel disponible au laboratoire (chap. 2, fig. 12). En fin de compte, actuellement, la base de données des bois du site de Clendy, toutes fouilles comprises, réalisée sous « Access », comprend 2353 entrées correspondant à 1805

1 Ceux du Garage Martin 1973 (Kaenel 1976), également intégrés à la base de données sont précédés des lettres GM.

pilotis, 444 bois couchés, 60 négatifs de pieux (ou trous de poteau) et 44 annulés (fig. 105).
Nous revenons rapidement sur les particularités et les méthodes utilisées par le LRD. Ce laboratoire de dendrochronologie à vocation archéologique a axé son travail sur « la constitution de chronologies régionales en analysant tous les bois des sites étudiés, quel que soit leur âge, afin de donner une image précise de la chronologie relative des sites archéologiques et de leur durée d'occupation. » ...Puis plus loin : « les critères retenus pour synchroniser une série d'échantillons sont très nombreux et souvent « empiriques » ... « Il est fréquent de constater que les bois jeunes ou ayant un type de croissance trop spécifique sont éliminés par la rigueur des coefficients statistiques de synchronisation. Toutefois, sur la base d'autres critères, essentiellement visuels, ils constituent des groupes homogènes. Dans ce cas, le nombre conséquent de bois composant ces groupes finit par faire ressortir leur caractère commun et les séquences ainsi obtenues sont alors acceptées au niveau des coefficients. Il est donc important que le dendrologue à vocation archéologique ne base pas ses recherches uniquement sur la statistique. » (Orcel et Orcel 1985, p. 56). De nos jours, cette méthode classique est devenue plutôt originale dans le milieu de la dendrochronologie, où les tests statistiques développés dans le cadre des recherches climatologiques et environnementales sont le plus souvent utilisés (Hurni *et al.* 2008). Le lecteur particulièrement intéressé par cet aspect méthodologique de la recherche du LRD, trouvera une explication détaillées dans cette référence bibliographique ainsi qu'un certain nombre de définitions dont les fameux groupes dendrochronoécotypologiques.
On conclut que la fidélité de l'Archéologie cantonale au LRD, auquel il confie la gestion des données dendrochronologiques vaudoises, met à disposition des chercheurs locaux un large éventail de données spécifiques, qui permettent un taux de datation particulièrement élevé, notamment pour les bois comptant peu de cernes, qui peuvent être rattachés à des courbes spécifiques, à l'instar des résultats présentés ailleurs pour le site de Concise (Winiger 2008).

5.2 Résultats

5.2.1 Fréquences des essences

Tous les bois parvenus au laboratoire ont été déterminés spécifiquement lorsque cela était possible. L'espèce végétale de 1829 bois, auxquels nous avons ajouté les 19 « non chêne » (bois blanc) pas déterminés spécifiquement, soit un total de 1848, a été déterminée (fig. 160). Il s'agit de 1485 pilotis et 363 bois couchés. Les 14 essences végétales sont données par ordre décroissant pour les pilotis. Le chêne domine largement avec 75.8% des bois déterminés et 80.3% pour les seuls pilotis. On trouve ensuite l'aulne avec 7.8% du total et 6.1% des pieux, puis le frêne avec respectivement 4.6% et 3.9%. Ensuite viennent le peuplier avec 1.5% des pieux,

Essences		Pieux	%	%	Bois couchés	Total	%
Chêne	*Quercus sp.*	1193	*80.3*	*66.1*	207	1400	*75.8*
Aulne	*Alnus sp.*	110	*7.4*	*6.1*	34	144	*7.8*
Frêne	*Fraxinus excelsior*	58	*3.9*	*3.2*	27	85	*4.6*
Peuplier	*Populus sp.*	22	*1.5*	*1.2*	5	27	*1.5*
Bois blanc		19	*1.3*	*1.1*	0	19	*1.0*
Sapin blanc	*Abies alba*	19	*1.3*	*1.1*	23	42	*2.3*
Erable	*Acer sp.*	17	*1.1*	*0.9*	18	35	*1.9*
Saule	*Salix sp.*	16	*1.1*	*0.9*	11	27	*1.5*
Epicéa	*Picea abies*	11	*0.7*	*0.6*	0	11	*0.6*
Hêtre	*Fagus silvatica*	10	*0.7*	*0.6*	27	37	*2.0*
Noisetier	*Corylus avellana*	8	*0.5*	*0.4*	7	15	*0.8*
Tilleul	*Tilia sp.*	1	*0.1*	*0.1*	1	2	*0.1*
Tribu cerisier	*Prunoideae*	1	*0.1*	*0.1*	1	2	*0.1*
Tribu pommier	*Pomoideae*	0	*0*	*0*	1	1	*0.1*
Orme	*Ulmus sp.*	0	*0*	*0*	1	1	*0.1*
Total		1485	*100.0*	*82.3*	363	1848	*100.0*
Indéterminés, non échantillonnés		320		*17.7*	81	401	
Total		1805		*100.0*	444	2249	

Fig. 160. Tableau des données dendrologiques, essences des bois, effectifs et taux, selon les deux catégories : pilotis et bois couchés.

le sapin blanc avec 1.3%, l'érable et le saule avec 1.1%, l'épicéa et le hêtre avec 0.7%, puis quelques rares exemplaires de noisetier, tilleul et un individu de la tribu du cerisier.
Nous ne commentons pas en détail ces taux pour les **bois horizontaux**, car les principes de sélection de ces bois n'ont pas été clairement explicités par les différents chercheurs. Quelques remarques méritent cependant d'être énoncées : la plupart de ces bois proviennent des fouilles de C. Wolf, puisque sur un total de 444 bois couchés inventoriés dans la base de donnée, 411 ont été numérotés par ce chercheur et les membres de son équipe, soit 281 en 1988 et 130 en 1989 et parmi eux 81 n'ont été ni prélevés ni échantillonnés. La répartition des bois horizontaux entre les différents chantiers pour les 363 bois déterminés spécifiquement est la suivante : 250 proviennent des campagnes (sondages et fouilles) de 1988, 88 de celles de 1989, 22 bois ont été prélevés au Garage Martin en 1973 et seulement 3 lors des fouilles de l'Avenue des Sports en 1969. La majorité d'entre eux provient des couches attribuées au Néolithique moyen (197 occurrences soit 54.3%). Cent soixante et un bois proviennent des couches attribuées au Néolithique final (44.4%) et 5 bois de niveaux qui n'ont pas pu être attribués. La répartition par zone et ordre décroissant est la suivante : 66.9% des bois couchés inventoriés proviennent de la zone 2 (tranchée Wolf 1988, 243 bois), 1.8% (43) de la zone 1, 11% (40) de la zone 4, 6% (22) de la zone 6, 2.2% (8) de la zone 3 et 1.9% (7) de la zone 5. Dans ce dernier cas, ils proviennent tous du sondage A de C. Wolf et sont attribuables au Cortaillod type Port-Conty.

5.2.2 Plans de répartition des essences

Les plans des fig. 161 à 164 donnent les répartitions des pilotis pour les différentes essences reconnues dans le corpus. En raison de l'échelle retenue pour présenter ces informations (1 : 800e) qui se veut un compromis entre la lisibilité des plans et une utilisation raisonnable de papier, le cadrage choisi ne prend pas en compte l'ensemble des sondages mais permet de visualiser les surfaces fouillées de part et d'autre de l'Avenue des Sports et d'observer les distances qui les séparent. En outre, cela met en évidence les surfaces encore préservées entre elles et par extrapolation suggère la masse considérable de structures et de données encore enfouies dans le terrain.

Le premier plan (fig. 161a) sur lequel tous les pilotis mis au jour sont figurés par un point, permet de se faire une très bonne idée de la densité des structures. Les zones les plus « occupées », où les pilotis sont les plus nombreux sont :

- tout à l'est, au nord de l'Avenue des Sports, la fouille du Garage Martin (zone 6) où au minimum trois villages d'époques distinctes (Bronze ancien, Néolithique final et Néolithique moyen) séparés par d'importants paquets de sables transgressifs ont été reconnus (Kaenel 1976). Ce qui explique aisément la très forte densité des pieux avec 10.1 pieux/m^2 (242/24).
- à l'extrémité ouest de la tranchée 1988 (zone 2), où la densité est de 7.2 pieux/m^2 si on cumule les secteurs 8, 5a et 5b (184/25.5, fig. 96). Ici, cette très forte densité est due à la superposition de nombreuses constructions toutes rattachées au Néolithique moyen et au Néolithique final (Lüscherz et Auvernier-Cordé).

Cette forte concentration a tendance à diminuer en direction du sud-ouest, où la limite des villages du Néolithique moyen est atteinte et où ceux du Néolithique final, ou du moins les bâtiments qui les constituent, sont moins nombreux. On perçoit d'ailleurs très bien la limite de l'un de ces villages qui est matérialisée par une palissade, alignement de pieux pratiquement contigus qui traverse la zone 1 du sud-est au nord-ouest. On devine une deuxième palissade, certes moins évidente, située à l'ouest de la précédente. Nous verrons par la suite qu'elles sont toutes deux attribuables à des villages Auvernier-Cordé du Néolithique final.

Les zones 3 et 4 occupent des positions intermédiaires spatialement parlant, mais aussi grâce à des densités moyennes de pieux, soit respectivement 4.1 pieux/m^2 (126/31) et 3.1 pieux/m^2 (134/42.5).

Au sud de l'Avenue des Sports, les limites orientale et occidentale du site ont été atteintes. À l'est de la zone 2, la densité des structures diminue rapidement malgré la présence de plusieurs occupations (Néolithique moyen et Néolithique final). Elle est de 2.5 pieux/m^2 (68/27) si on cumule les secteurs 3, 4a et 4b et de 1.5 pieux/m^2 dans le secteur 2 (13/9). Nous avons déjà évoqué la difficulté pour interpréter le vide, l'absence de pilotis, entre les secteurs 2 et 3. A l'ouest de la zone 1, les secteurs fouillés par C. Wolf en 1989, avec 1.4 pieux/m^2 (168/117), se situent dans la même catégorie de densité.

Comme ils constituent l'espèce dominante avec 80.3%, la répartition spatiale des **chênes** (fig. 161b) n'est guère différente de celle du plan général. Dans la zone 1, les alignements orthogonaux des rangées de pieux qui matérialisent l'emplacement des parois et des faîtières des maisons, et par conséquent les espaces (ruelles ou canaux suivant le niveau des eaux) qui les séparent, sont toujours bien visibles, de même que les palissades.

Les 110 pilotis en **aulne** représentent 7.4% des pieux déterminés spécifiquement, ce qui est fort peu en comparaison avec les chênes. Le plan de répartition (fig. 162a) montre quelques alignements qui peuvent être interprétés en termes architecturaux. C'est notamment le cas pour une quinzaine d'entre eux situés au sud de la zone 1 dans les surfaces Ab et B de 1971. Ils suivent les alignements déjà évoqués et couvrent une surface de 9 m sur 7 m qui semble bien dessiner un bâtiment du Néolithique final, probablement attribuable à une des phases de l'Auvernier-Cordé (voir infra chap. 8). Une autre structure de type paroi d'une maison se laisse dessiner à l'aide des aulnes au nord de la zone 4. Le double alignement est orienté est-ouest, il est légèrement décalé par rapport à ceux observés dans la zone 1. Ici, la structure est à rattacher au village Cortaillod Port-Conty du Néolithique moyen.

Sur la fig. 162b, nous avons représenté les deux essences qui suivent dans l'ordre de fréquence ; il s'agit des **frênes** en vert et des peupliers en rouge. Vu le nombre très faible de bois, on peut penser que les distributions sont anecdotiques, ce qui semble être le cas pour la zone 1. Le LRD mentionne cependant pour le frêne, « un alignement de 3 pieux équidistants de diamètre équivalent et de direction est-ouest dans la partie sud de la zone » (Orcel *et al.* 1994, p. 13).

Toujours pour cette essence, on observe une concentration au milieu de la longue tranchée de la zone 2, dans les secteurs 4E, 4F et 4G, qui, toujours selon les dendrochronologues, montre « une esquisse d'organisation architecturale » (ibid, p. 27). En se penchant un peu plus sur cette anomalie formée par une douzaine de pieux attribués au Néolithique final, probablement au Lüscherz ancien, on constate qu'une bonne partie d'entre eux appartiennent aux séquences dendrochronologiques 2503 et 2504, pas encore datées. Vu la faible largeur de la tranchée, les pieux forment des alignements très courts et leur orientation est difficile à déterminer avec précision. Nous sommes tentés, assez logiquement, de penser que c'est grosso modo la même que celle observée dans la zone 1, ce qui suppose implicitement que la disposition des maisons est plus ou moins permanente. Cette proposition semble valable pour les villages du Néolithique final situés au même emplacement. On a par contre déjà observé une différence avec les pieux du Néolithique moyen de la zone 4.

Dans cette zone (4), les frênes sont plus fréquents que les aulnes avec 17 occurrences sur un total de 134 pieux, soit presque 13% (fig. 165), alors que nous avons seulement 9 aulnes (6.7%). La disposition des pieux est irrégulière, mais permet d'observer des alignements peu stricts. Vu les dimensions réduites de la surface, ces dispositions sont

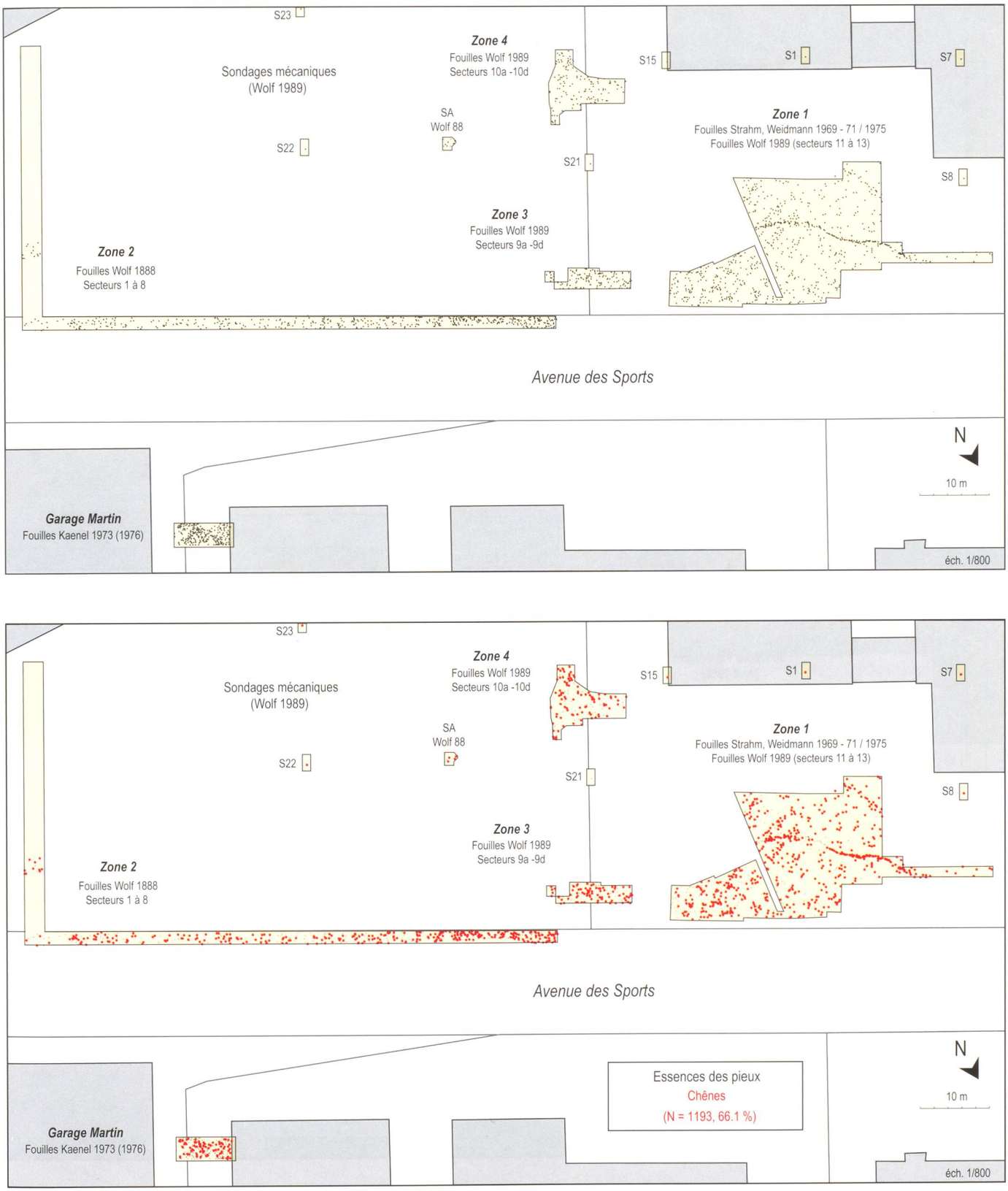
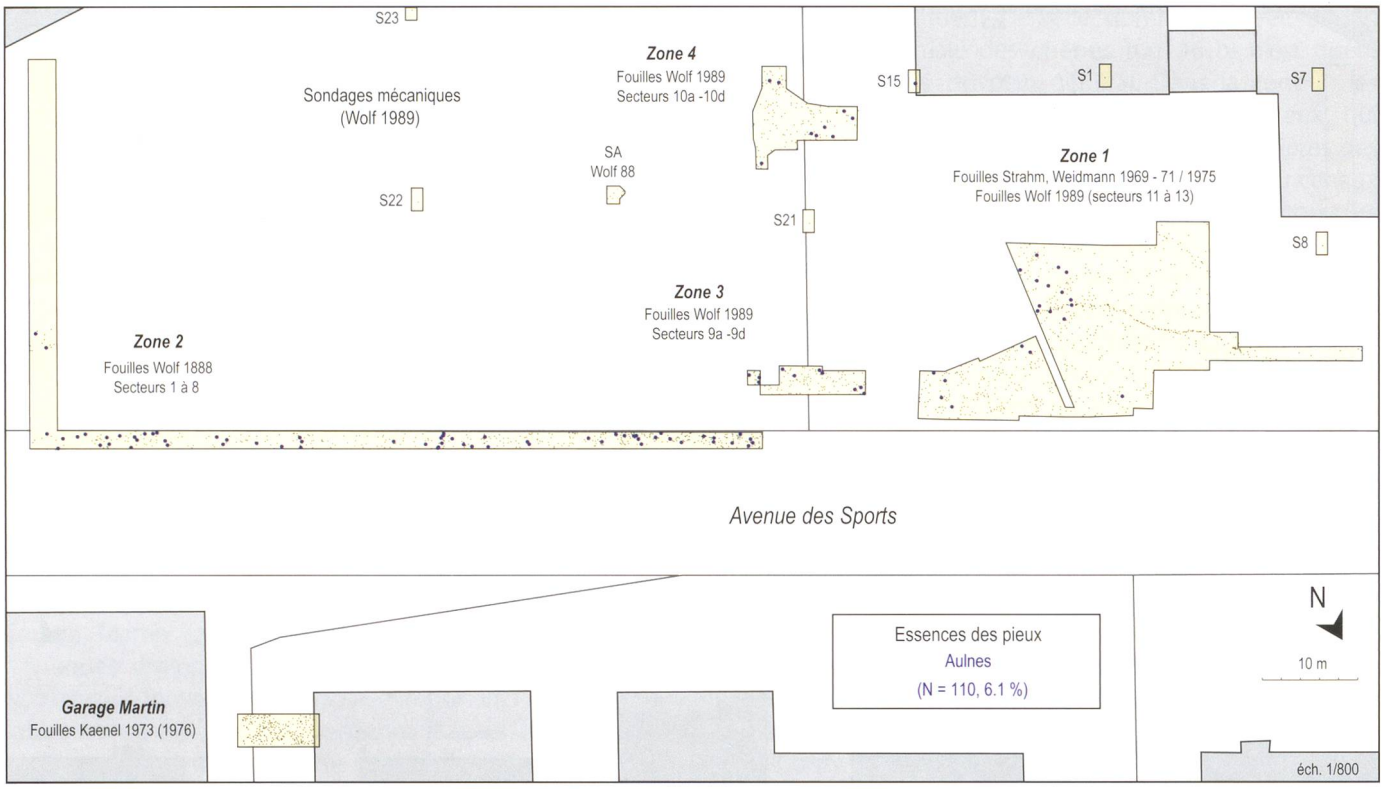


Fig. 161. Plans des pilotis dans les zones 1 à 4 et 6. Par mesure d'économie et vu la faible densité des pieux et l'imprécision de leur emplacement dans les sondages, une partie de ces derniers, ceux situés au sud-ouest de l'axe reliant les sondages W7 à W23 (fig. 111) ne sont pas illustrés ici, les 43 pieux de ces sondages manquent donc aussi, éch. 1 : 800.
a. Ensemble (ou presque) des 1762 pieux (1805-43). On distingue très nettement la palissade 1 : ses pilotis très serrés, presque jointifs, coupent transversalement la zone 1.
b. En rouge, les 1193 pieux en chêne, essence la mieux représentée sur le site.



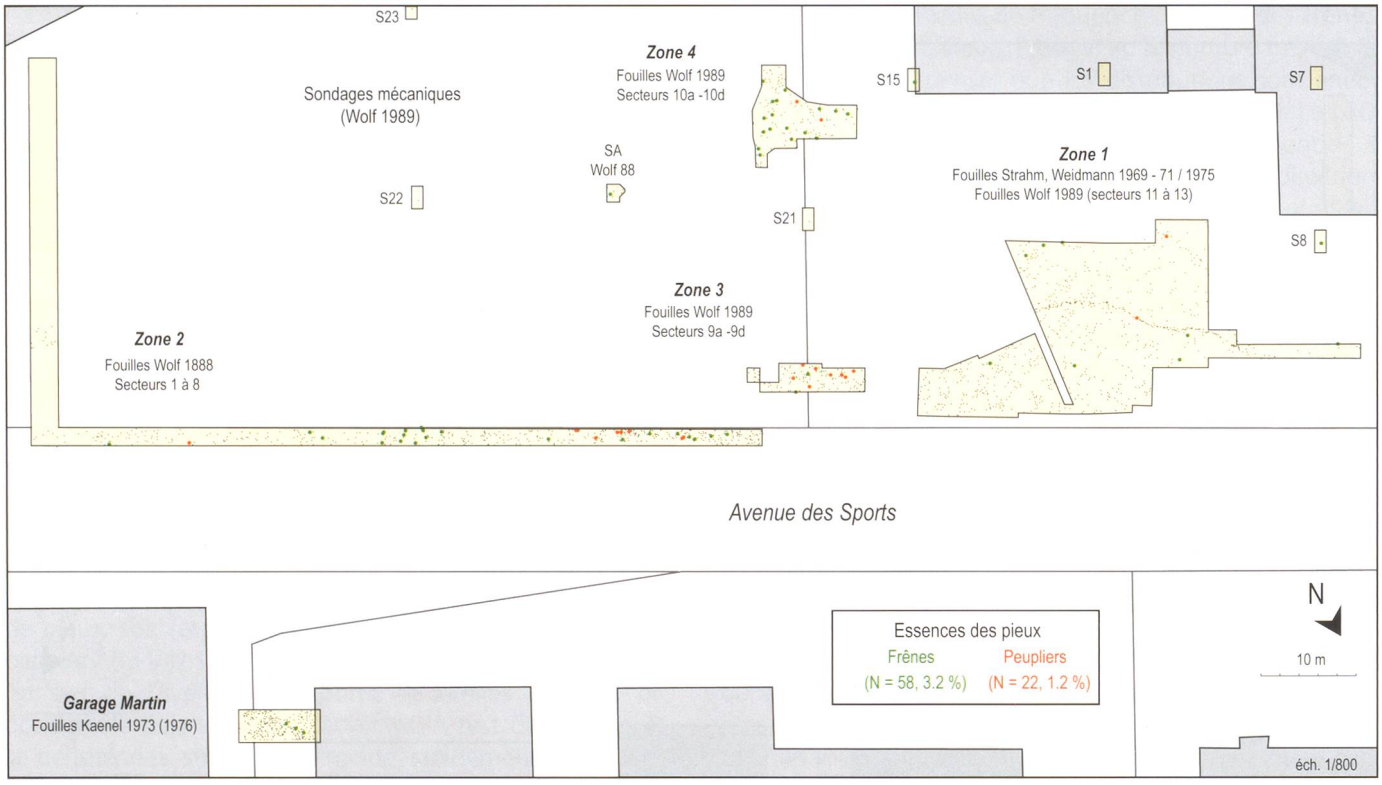
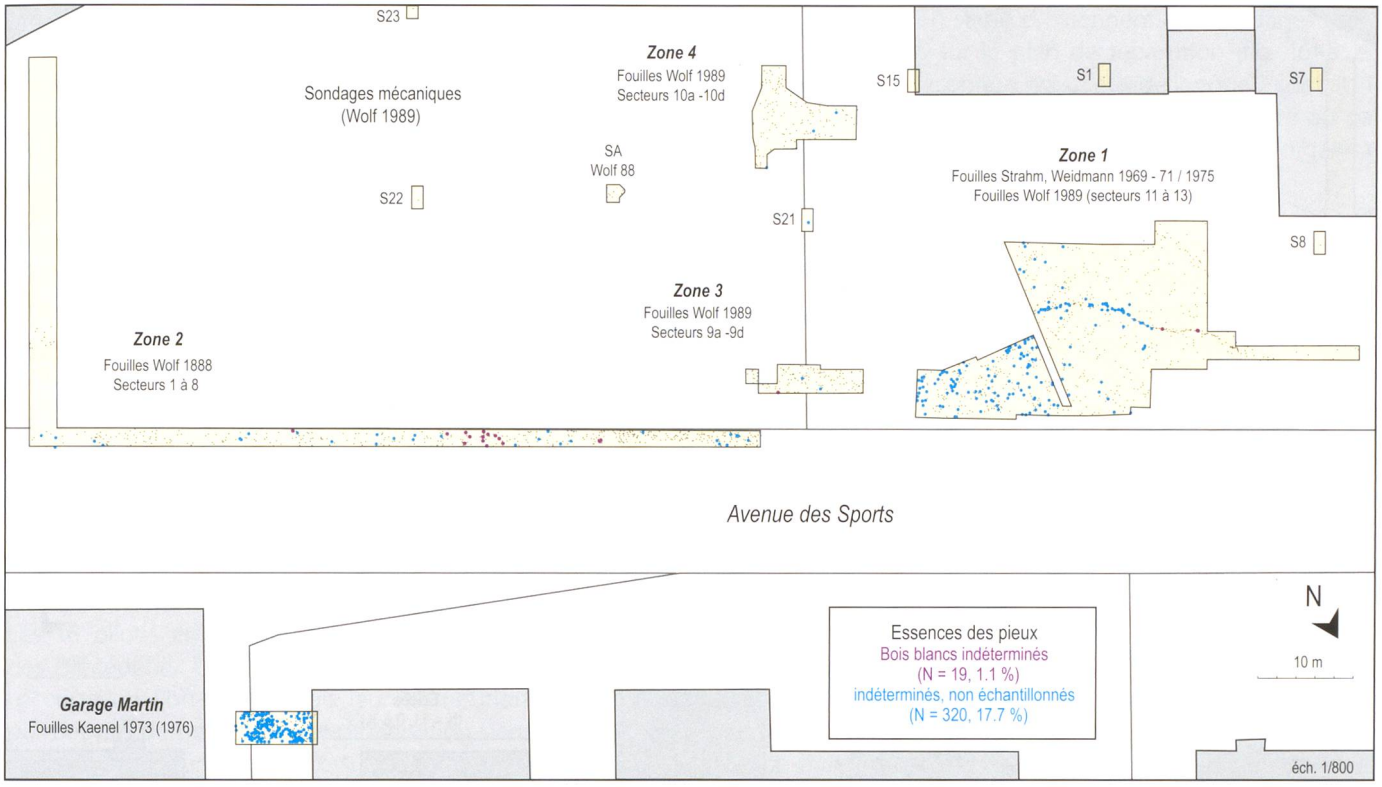


Fig. 162. Plans des pilotis, éch. 1 : 800.
a. En bleu, les 110 pieux en aulne, après les chênes il s'agit de l'essence la mieux représentée sur le site.
b. Distribution des 58 pilotis en frêne, en vert, et des 22 pieux en peuplier, en orange.

difficiles à interpréter sans une analyse plus poussée qui prendrait en compte d'autres critères. Ces frênes proviennent de deux occupations distinctes, le Port-Conty avec 13 pieux et le Lüscherz ancien avec 4 occurrences. Trois des 4 pieux attribués à cette phase ont été abattus en 2814 (3) av. J.-C., mais ils ne forment pas de structure évidente.



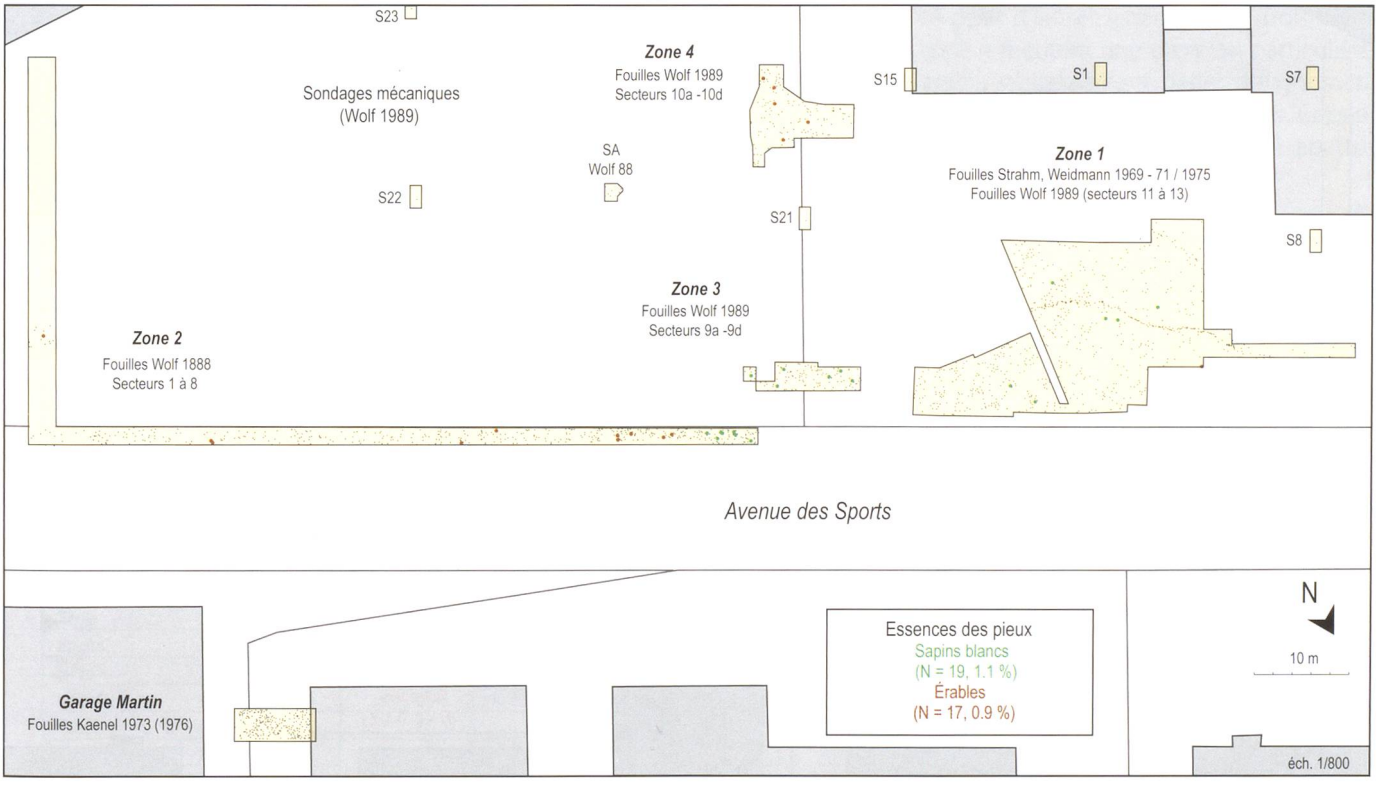


Fig. 163. Plans des pilotis, éch. 1 : 800.
a. Distribution des 19 pilotis en bois blanc dont l'espèce n'a pas été déterminée, en violet et des 320 pieux dont le bois n'est pas déterminé, en cyan.
b. Distribution des 19 pilotis en sapin blanc, en vert, et des 17 pieux en érable, en brun.

Au Garage Martin, un alignement nord-sud de 3 frênes pourrait être interprété, en première analyse, sur le plan architectural. Mais cette impression ne résiste pas aux datations puisque les abattages estimés s'étalent sur une quarantaine d'années en 3598 av. J.-C., 3583 av. J.-C. et 3560 av. J.-C.

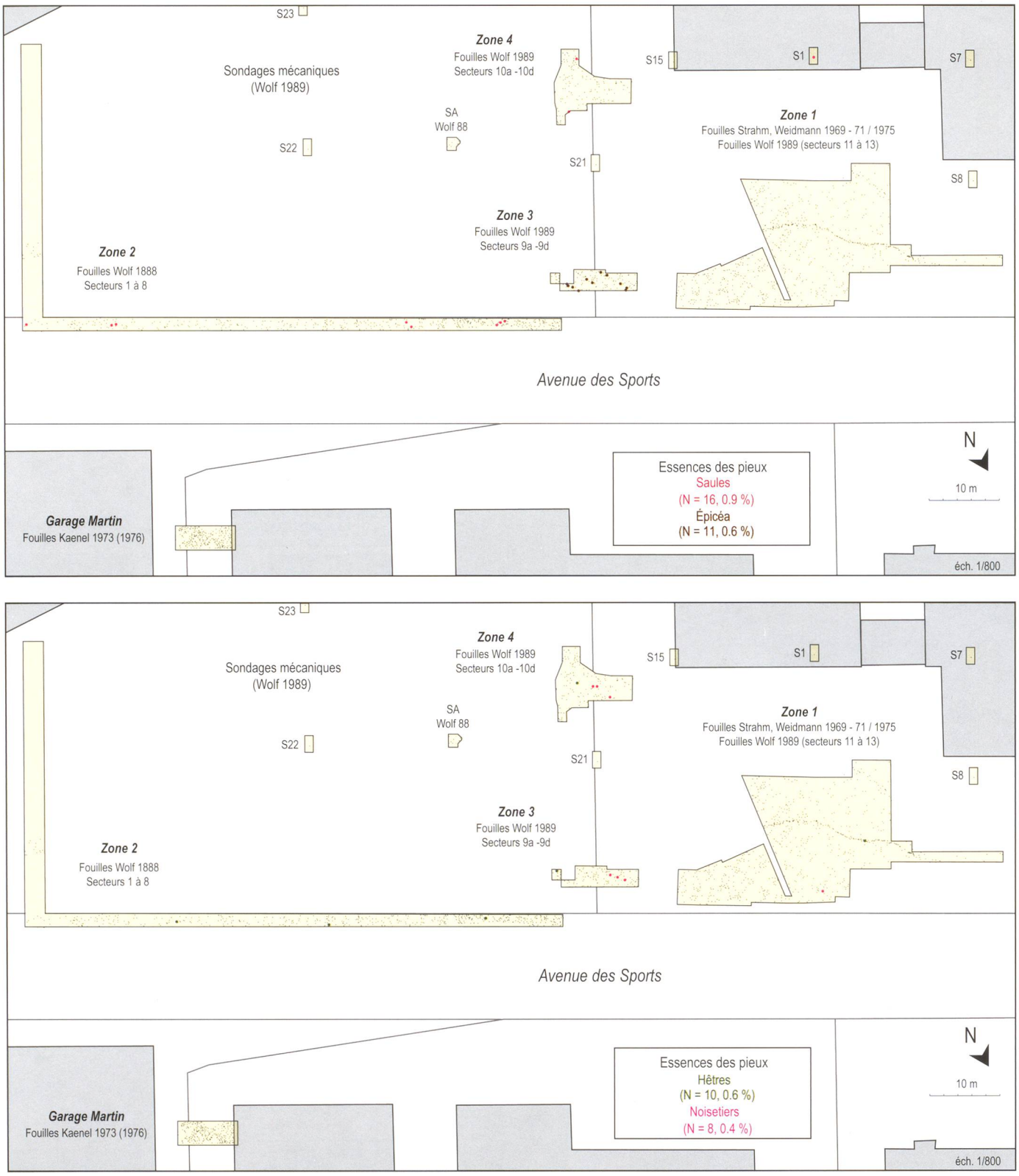


Fig. 164. Plans des pilotis, éch. 1 : 800.
a. En magenta, les 16 pieux en saule et en sépia, les 11 pilotis en épicéa.
b. En vert, les 10 pilotis en hêtre et en rose, les 8 pieux en noisetier.

Les 22 **peupliers** sont localisés essentiellement au nord-ouest de la zone 2 et dans la zone 3. Dans cette surface, huit pieux attribués aux niveaux Auvernier-Cordé forment deux alignements parallèles orientés sud sud-est/nord nord-ouest. Comme nous le verrons au chapitre 8, ils matérialisent les pignons de deux maisons.

Le plan des 19 **bois blancs** dont l'essence n'a pas pu être déterminée est présenté avec les celui des pieux qui n'ont pas

été échantillonnés et donc dont l'essence n'est pas non plus connue (fig. 163a). La seule remarque à faire est que les bois non échantillonnés proviennent pour la plupart des surfaces documentées dans les années 1970, à savoir les fouilles de C. Strahm et Cie à l'Avenue des Sports, ce qui correspond à la partie orientale de la zone 1, et celles de G. Kaenel au Garage Martin. La concentration de bois blanc « mal conservés » au milieu de la tranchée (zone 2, secteur 1 principalement) est inexplicable.

La fig. 163b donne les répartitions spatiales des sapins blancs en vert et des érables en brun. Le **sapin blanc** n'est représenté ni dans la zone 4, ni au Garage Martin[2]. Dans la zone 1, 6 pieux répartis aléatoirement sont taillés dans ce bois. Pour la zone 2, on observe une concentration formée de 7 pieux, tous provenant des secteurs 5a et 5b, situés à l'extrémité ouest de la tranchée. Ils sont probablement liés structurellement à 2 des 6 pilotis de même essence situés au sud-ouest de la zone 3 (voir infra chap. 9). Tous ces pilotis sont attribués aux villages du Néolithique final.

Les 16 pilotis en **érable** sont dispersés à l'est et au sud des précédents. Les 5 pieux de la zone 4 appartiennent à l'occupation Port-Conty, mais leur distribution spatiale ne permet pas de percevoir une organisation particulière. Il en va de même pour les 8 pieux (sur un total de 9) attribués au Cortaillod tardif qui proviennent de la tranchée 1988 de C. Wolf (zone 2).

Six des 16 pilotis en **saule** proviennent des sondages et ne figurent donc pas sur le plan de répartition (fig. 164a, en magenta). À une exception près, ceux de la zone 2 sont attribués au Cortaillod tardif. Ils sont groupés par paire ou par trois, sans que l'on puisse déceler une quelconque organisation architecturale.

La répartition des **épicéas** est plus intéressante (fig. 164a, en sépia). Les 11 pieux de cette essence proviennent tous de la zone 3, où ils sont disposés selon 3 alignements parallèles orientés selon un axe sud sud-est / nord nord-ouest déjà mis en évidence par la répartition des peupliers et celle des sapins blancs. Ces bois attribués au Néolithique final ne sont pas dendrodatés mais les observations de terrain (apparition de l'auréole, altitude du bois, etc...) de trois d'entre eux montrent plutôt un rattachement aux phases les plus récentes du Néolithique final : Auvernier-Cordé phases F ou G.

La fig. 164b présente les distributions spatiales des 10 pilotis en **hêtre**, en vert, et des huit noisetiers, en magenta. Les hêtres ne dessinent aucune structure particulière, 3 d'entre eux proviennent des sondages 2 et 4 et ne figurent donc pas sur le plan. Il en va de même pour le piquet du sondage 2014 (voir chap. 3.9.3).

La répartition des 8 **noisetiers** montre une structure évidente située dans la zone 3. Il s'agit d'un alignement de 3 pieux dans l'axe sud sud-est / nord nord-ouest, axe préférentiel déjà observé pour d'autres essences. Les trois pieux en noisetier de la zone 4 méritent une mention particulière, bien que l'on ne puisse véritablement parler d'alignement puisque deux d'entre eux sont pratiquement collés. Cependant deux d'entre eux, distants de 3 m, ont été abattus

2 Pour cette zone l'absence des espèces autre que le chêne n'a aucune signification puisque les bois blancs n'ont en général pas été prélevés ni analysés (voir fig. 163a et fig. 165)

Essences		Orcel *et al.* 1994	Orcel *et al.* 1995	Orcel *et al.* 1998	Orcel *et al.* 2002	Hurni *et al.* 2014	Non analysables	Non prélevés	Non échantillonnés	**Total**	*% par essence sans les indéterminés*	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4	Zone 5	Zone 6	**Total**	*% par essence avec les indéterminés*
Chêne	*Quercus sp.*	813	54	48	38		7		233	**1193**	*80.3*	572	311	82	92	50	86	**1193**	*66.1*
Aulne	*Alnus sp.*		55				54		1	**110**	*7.4*	20	62	10	9	9		**110**	*6.1*
Frêne	*Fraxinus excelsior*		47		3		8			**58**	*3.9*	8	23	2	17	5	3	**58**	*3.2*
Peuplier	*Populus sp.*		10				12			**22**	*1.5*	2	9	8	2	1		**22**	*1.2*
Bois blanc			0					17	2	**19**	*1.3*	3	15	1				**19**	*1.1*
Sapin blanc	*Abies alba*		16				3			**19**	*1.3*	6	7	6				**19**	*1.1*
Erable	*Acer sp.*		16				1			**17**	*1.1*	1	10		5	1		**17**	*0.9*
Saule	*Salix sp.*		13				3			**16**	*1.1*		8		2	6		**16**	*0.9*
Epicéa	*Picea abies*		11							**11**	*0.7*			11				**11**	*0.6*
Hêtre	*Fagus silvatica*		8			1	1			**10**	*0.7*	1	3	1	1	3	1	**10**	*0.6*
Noisetier	*Corylus avellana*		6				2			**8**	*0.5*	1		3	3	1		**8**	*0.4*
Tilleul	*Tilia sp.*		1							**1**	*0.1*		1					**1**	*0.1*
Tribu cerisier	*Prunoideae*		0				1			**1**	*0.1*	1						**1**	*0.1*
Tribu pommier	*Pomoideae*		0							**0**	*0.0*							**0**	*0.0*
Orme	*Ulmus sp.*		0							**0**	*0.0*							**0**	*0.0*
Total intermédiaire		**813**	**237**	**48**	**41**	**1**	**92**	**17**	**236**	**1485**	***100.0***	**615**	**449**	**124**	**131**	**76**	**90**	**1485**	
Indéterminés, non échantillonnés								286	34	320		121	28	2	3	13	153	320	*17.7*
Total pilotis		**813**	**237**	**48**	**41**	**1**	**92**	**303**	**270**	**1805**		**736**	**477**	**126**	**134**	**89**	**243**	**1805**	**82.3**
% par zone												*40.8*	*26.4*	*7.0*	*7.4*	*4.9*	*13.5*	*100.0*	*100.0*

Fig. 165. Tableau croisé des effectifs des pilotis par essence, en fonction des années d'étude ou pour les bois qui n'ont pas été analysés, ou pas prélevés, ou pas échantillonnés, et par zone de fouilles. Pourcentages des essences des pieux avec ou sans les indéterminés.

Essences		Pieux			Néolithique moyen			Néolithique	Néolithique final			Bronze ancien		
Chêne	*Quercus sp.*	1193	*80.3%*	*66.1%*	229	*69.4%*	*60.4%*	6	911	*83.0%*	*73.0%*	47	*100.0%*	*29.9%*
Aulne	*Alnus sp.*	110	*7.4%*	*6.1%*	23	*7.0%*	*6.1%*	3	84	*7.7%*	*6.7%*			
Frêne	*Fraxinus excelsior*	58	*3.9%*	*3.2%*	25	*7.6%*	*6.6%*	1	32	*2.9%*	*2.6%*			
Peuplier	*Populus sp.*	22	*1.5%*	*1.2%*	6	*1.8%*	*1.6%*		16	*1.5%*	*1.3%*			
Bois blanc		19	*1.3%*	*1.1%*	5	*1.5%*	*1.3%*		14	*1.3%*	*1.1%*			
Sapin blanc	*Abies alba*	19	*1.3%*	*1.1%*					19	*1.7%*	*1.5%*			
Erable	*Acer sp.*	17	*1.1%*	*0.9%*	15	*4.5%*	*4.0%*		2	*0.2%*	*0.2%*			
Saule	*Salix sp.*	16	*1.1%*	*0.9%*	14	*4.2%*	*3.7%*	1	1	*0.1%*	*0.1%*			
Epicéa	*Picea abies*	11	*0.7%*	*0.6%*					11	*1.0%*	*0.9%*			
Hêtre	*Fagus silvatica*	10	*0.7%*	*0.6%*	8	*2.4%*	*2.1%*		2	*0.2%*	*0.2%*			
Noisetier	*Corylus avellana*	8	*0.5%*	*0.4%*	4	*1.2%*	*1.1%*		4	*0.4%*	*0.3%*			
Tilleul	*Tilia sp.*	1	*0.1%*	*0.1%*	1	*0.3%*	*0.3%*							
Tribu cerisier	*Prunoideae*	1	*0.1%*	*0.1%*					1	*0.1%*	*0.1%*			
Total		1485	*100.0%*	*82.3%*	330	*100.0%*	*87.1%*	11	1097	*100.0%*	*87.9%*	47	*100.0%*	*29.9%*
Indéterminés, non échantillonnés		320		*17.7%*	49		*12.9%*	10	151		*12.1%*	110		*70.1%*
Total		1805		*100.0%*	379		*100.0%*	21	1248		*100.0%*	157		*100.0%*

Fig. 166. Effectifs et fréquences, calculées avec et sans les indéterminés, des pilotis par essence ; total, et par période : Néolithique moyen, Néolithique final et Bronze ancien.

la même année soit en 3328 (4)[3] av. J.-C., et forment ainsi une liaison d'axe sud-nord, perpendiculaire à la direction mise en évidence par la distribution des aulnes (fig. 162a).

5.2.3 Variation de fréquences des essences entre les zones

La répartition des essences des pilotis entre les différentes zones est donnée dans la seconde partie du tableau de la fig. 165. On voit que l'espèce dominante est toujours le chêne avec un taux variant entre 77.8% dans la zone 1 et 35.4% au Garage Martin (zone 6). On a vu les biais pour ces deux surfaces (zones 1 et 6), où tous les pieux n'ont pas été prélevés et, lorsqu'ils l'ont été, ils n'ont pas forcément été analysés.

Les commentaires sur les répartitions ne vont donc prendre en compte que les zones 2 à 5. Les aulnes qui sont, pour l'ensemble du site, par ordre d'importance, la deuxième essence, ont des fréquences qui varient entre 13%, dans la zone 2, et 6.8% dans la zone 4 où ils sont devancés par les frênes et dans la zone 3 par les épicéas. Les frênes représentent 3.2% du total pour l'ensemble du site, où ils occupent la troisième place. Dans les différentes zones, les fréquences sont très variables peut-être en raison de la faiblesse des effectifs. Ainsi, nous ne donnerons pas les détails pour chaque espèce mais plutôt les séquences structurales par ordre décroissant des fréquences des essences les plus représentées par zone. Les variations de fréquences sont difficiles à expliquer. Le choix de telle ou telle espèce peut dépendre des structures dont elles proviennent et de la fonction de ces dernières, de la durée de vie espérée, de l'époque de leur construction, de la constitution de la forêt à l'époque, etc.

Pour la tranchée de C. Wolf 1988 (zone 2), la succession des essences est « normale » pour les trois essences les mieux représentées : chêne 65.2%[4], aulne 13%, frêne 4.8%, puis l'érable avec 2%, le peuplier 1.9%, le saule 1.7% et le sapin blanc avec 1.5%. La séquence structurale se rapproche de celle du site probablement, car presque toutes les périodes d'occupations du site sont représentées dans cette surface.

La zone 3, où seules des occupations du Néolithique final ont été mises en évidence, devrait être représentative de cette époque. Le chêne domine largement avec 65%, suivi par l'épicéa 8.7%, l'aulne 7.9%, le peuplier 6.3%, le sapin blanc 4.8%, le noisetier 2.3% et le frêne en septième position avec seulement 1.6%. La séquence observée est cependant très différente de celle de la zone 1, où les chênes sont nettement mieux représentés. Les biais de la méthode d'échantillonnage ne sont donc pas maitrisables, et les choix des bois se basent donc plutôt sur d'autres facteurs que la stricte chronologie.

Pour la zone 4 dont les pieux sont rattachés à deux phases chronologiques, l'espèce dominante est le chêne avec 68.6%, suivie par le frêne 12.7%, l'aulne 6.7%, l'érable 3.7%, le noisetier 2.2%, puis le peuplier et le saule avec 1.5%. Si on prend en compte seulement ceux de l'occupation du Cortaillod Port-Conty avec 104 pieux, la séquence reste la même mais les pourcentages des bois rares augmentent et ceux des deux espèces dominantes diminuent : chêne 68.4%, frêne 12.5%, aulne 7.7%, érable 4.8%, noisetier 2.9%, peuplier et saule 1.9%. Pour le Lüscherz récent, les effectifs sont trop faibles pour donner des fréquences. Cette phase (Z), avec pour les

3 Le chiffre 4, entre () indique que la saison d'abattage n'a pas pu être déterminée.

4 Les taux donnés ici sont calculés par rapport au total, y compris les indéterminés et/ou non échantillonnés.

Essences		Cortaillod tardif			Cortaillod Port-Conty			Lüschez ancien			Lüschez récent			Lüscherz ou Auvernier-Cordé			Auvernier-Cordé		
Chêne	*Quercus sp.*	118	*71.5%*	*56.7%*	73	*67.0%*	*65.2%*	91	*74.6%*	*68.4%*	233	*93.2%*	*87.6%*	165	*63.2%*	*52.7%*	422	*90.9%*	*78.7%*
Aulne	*Alnus sp.*	9	*5.5%*	*4.3%*	8	*7.3%*	*7.1%*	19	*15.6%*	*14.3%*	5	*2.0%*	*1.9%*	40	*15.3%*	*12.8%*	20	*4.3%*	*3.7%*
Frêne	*Fraxinus excelsior*	9	*5.5%*	*4.3%*	14	*12.8%*	*12.5%*	8	*6.6%*	*6.0%*	9	*3.6%*	*3.4%*	15	*5.7%*	*4.8%*			
Peuplier	*Populus sp.*	3	*1.8%*	*1.4%*	2	*1.8%*	*1.8%*	1	*0.8%*	*0.8%*	1	*0.4%*	*0.4%*	7	*2.7%*	*2.2%*	7	*1.5%*	*1.3%*
Bois blanc		5	*3.0%*	*2.4%*				2	*1.6%*	*1.5%*				8	*3.1%*	*2.6%*	4	*0.9%*	*0.7%*
Sapin blanc	*Abies alba*										1	*0.4%*	*0.4%*	18	*6.9%*	*5.8%*			
Erable	*Acer sp.*	9	*5.5%*	*4.3%*	5	*4.6%*	*4.5%*				1	*0.4%*	*0.4%*	1	*0.4%*	*0.3%*			
Saule	*Salix sp.*	7	*4.2%*	*3.4%*	3	*2.8%*	*2.7%*	1	*0.8%*	*0.8%*									
Epicéa	*Picea abies*													2	*0.8%*	*0.6%*	9	*1.9%*	*1.7%*
Hêtre	*Fagus silvatica*	4	*2.4%*	*1.9%*	1	*0.9%*	*0.9%*							1	*0.4%*	*0.3%*	1	*0.2%*	*0.2%*
Noisetier	*Corylus avellana*				3	*2.8%*	*2.7%*							4	*1.5%*	*1.3%*			
Tilleul	*Tilia sp.*	1	*0.6%*	*0.5%*															
Tribu cerisier	*Prunoideae*																1	*0.2%*	*0.2%*
Total		165	*100.0%*	*79.3%*	109	*100.0%*	*97.3%*	122	*100.0%*	*91.7%*	250	*100.0%*	*94.0%*	261	*100.0%*	*83.4%*	464	*100.0%*	*86.6%*
Indéterminés, non échantillonnés		43		*20.7%*	3		*2.7%*	11		*8.3%*	16		*6.0%*	52		*16.6%*	72		*13.4%*
Total		208		*100.0%*	112		*100.0%*	133		*100.0%*	266		*100.0%*	313		*100.0%*	536		*100.0%*

Fig. 167. Effectifs et fréquences, calculées avec et sans les indéterminés, des pilotis par essence : total, et par culture : Cortaillod tardif, Port-Conty, Lüscherz ancien, Lüscherz récent et Auvernier-Cordé.

chênes et les frênes des abattages donnés entre 2817 av. J.-C. et 2812 av. J.-C., n'est représentée que par 27 pilotis. Ils ont été attribués sur la base de leur altitude d'apparition. Il y a 22 chênes, 4 frênes et 1 aulne. Trois pilotis de cette surface n'ont pas pu être attribués à l'une ou l'autre de ces deux phases.

5.2.4 Évolution des fréquences des essences des pieux

En fait, si on recherche un sens à ces variations, il faut plutôt essayer de maîtriser les facteurs liés aux différences chronologiques et examiner les répartitions des espèces végétales en fonction des attributions des pilotis aux différentes périodes d'occupation, puis dans un deuxième temps aux cultures qui se sont succédés dans la baie de Clendy.

Ces données extraites de la base sont présentées dans deux tableaux synthétiques. Dans le premier (fig. 166), nous donnons la répartition des 1805 pieux entre les trois périodes reconnues : Néolithique moyen, Néolithique final et Bronze ancien. En plus, 21 pieux provenant principalement des sondages, pour lesquels nous n'avons pas pu préciser l'attribution, sont décomptés dans la colonne « Néolithique ». On voit immédiatement le déséquilibre qu'il y a entre les trois périodes. Ceci, aussi bien au niveau des effectifs totaux que de la répartition des essences ou de la représentativité des résultats. Pour le Bronze ancien, les résultats ne sont pas utilisables, moins d'un tiers des bois ont été analysés et c'est seulement les chênes âgés qui ont été prélevés. Les différences entre le Néolithique moyen et le Néolithique final sont assez marquées, avec par exemple pour l'espèce dominante, une augmentation de près de 14% de l'utilisation du chêne au Néolithique final (83% contre seulement 69.4% au Néolithique moyen). Pour les espèces secondaires, les comportements semblent assez différents, mis à part pour l'aulne dont la fréquence est de l'ordre de 7% dans les deux cas. En plus du chêne et de l'aulne, au Néolithique moyen, le choix des bois se porte sur le frêne (7.6%), l'érable (4.5%) et le saule (4.2%), puis quelques pieux se répartissent entre les cinq espèces restantes avec des taux inférieurs à 2.5%. Pour le Néolithique final, si le frêne est encore assez utilisé, il ne représente plus que 2.9% et les autres essences plus nombreuses qu'au Néolithique moyen sont peu fréquentes avec des taux compris entre 1.7% (sapin blanc) et 0.1% (tribu du cerisier).

Le tableau de la fig. 167 va permettre de se pencher sur l'évolution de ces fréquences en fonction des cultures qui se sont succédées sur le site. Au vu de l'effectif par trop restreint, le Cortaillod classique qui est représenté, pour l'instant, par seulement deux pieux datés n'est bien évidemment pas pris en compte dans cette représentation. Nous ne donnons pas non plus les décomptes lorsque les attributions sont peu précises comme Port-Conty ou Lüscherz, etc.

Pour le Néolithique moyen : Cortaillod tardif puis Cortaillod type Port-Conty, la différence entre les taux d'indéterminés est assez importante, avec respectivement 20.7% et 2.7%, et jette un doute sur la validité des résultats obtenus. Ainsi, pour les chênes, si on ne tient compte que des bois déterminés ce taux passe de 71.5% au Cortaillod tardif à 67% au Port-Conty et si on prend en compte tous les pieux on passe de 56.7% à 65.2%. Nous avons tendance à considérer que cela signifie que le taux de chêne est stable, ou plutôt que ces variations ne sont pas interprétables. Par contre, quel que soit le pourcentage pris en compte, on observe une augmentation de l'utilisation du frêne, de l'aulne et du noisetier (absent au Cortaillod tardif) et une diminution du saule et du hêtre ainsi que la disparition du tilleul. Pour le Néolithique final, nous observons dans un premier

Essences		LRD (sans Na)	Non LRD + Na	**Total**	avec Moelle	avec Aubier	avec dernier cerne	Nombre moyen de cernes	Nb max cernes	Nb min cernes	écart-type	diamètre moyen section	Bois circulaire	Bois fendus	Bois refendus	Débitage indéterminé	Total	daté, abattage estimé	Non datés	Total
Chêne	*Quercus sp.*	953	240	**1193**	787	580	494	45.9	251	5	37.2	12.9	468	244	239	2	953	602	351	953
Aulne	*Alnus sp.*	55	55	**110**	54	48	37	14.8	56	6	9.4	7.9	34	14	7	0	55	1	54	55
Frêne	*Fraxinus excelsior*	50	8	**58**	45	42	36	40.9	166	11	29.5	9.5	31	12	7	0	50	6	44	50
Peuplier	*Populus sp.*	10	12	**22**	10	4	3	22.7	49	10	10.7	7	5	0	5	0	10	0	10	10
Sapin blanc	*Abies alba*	16	3	**19**	13	8	4	44.2	116	21	22.8	9.6	16	0	0	0	16	0	16	16
Erable	*Acer sp.*	16	1	**17**	16	16	15	29	62	13	12.9	7.8	15	0	1	0	16	1	15	16
Saule	*Salix sp.*	13	3	**16**	13	12	12	24.7	68	9	15	9.5	12	0	0	1	13	2	11	13
Epicéa	*Picea abies*	11	0	**11**	11	10	1	19.2	23	11	3.4	7.6	11	0	0	0	11	0	11	11
Hêtre	*Fagus silvatica*	9	1	**10**	7	8	7	44.5	98	20	27.9	9	6	1	2	0	9	3	6	9
Noisetier	*Corylus avellana*	6	2	**8**	6	6	5	19.8	24	16	2.9	6.3	4	0	2	0	6	2	4	6
Tilleul	*Tilia sp.*	1	0	**1**	1	1	1	15	_	_	_	7	0	0	1	0	1	1	0	1
Tribu cerisier	*Prunoideae*	0	1	**1**	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_
Total		**1140**	**665**	**1466**	**963**	**735**	**615**	**43**	**251**	**5**	**35.8**	**12.2**	**602**	**271**	**264**	**3**	**1140**	**618**	**522**	**1140**
Indéterminés, non échantillonnés				**339**	*84.5%*	*64.5%*	*53.9%*						*52.8%*	*23.8%*	*23.2%*	*0.3%*		*54.2%*	*45.8%*	
Total pieux numérotés = 1805				**1805**	**Total pieux étudiés par le LRD = 1140 (= 100 %)**															

Fig. 168. Dendrologie des pilotis analysés par le LRD, données synthétisées d'après les rapports Orcel *et al.* 1994, 1995, 1998, 2002 et Hurni *et al.* 2014.

temps une augmentation des chênes qui passent de 74.6% au Lüscherz ancien à 93.2% au Lüscherz récent, puis une légère diminution avec 90.9% à l'Auvernier-Cordé, si on prend en compte les fréquences calculées sans les indéterminés. Cette tendance est la même si on prend en compte tous les pilotis, mais les taux sont très logiquement moins élevés (68.4%, 87.6% et 78.7%). Les pieux qui n'ont pas pu être sériés entre le Lüscherz récent et l'Auvernier-Cordé sont nombreux ce qui, à nouveau, pose le problème de la validité des fréquences calculées pour ces deux cultures. Ainsi, par exemple, si les 165 pieux en chêne « Lüscherz récent ou Auvernier-Cordé » étaient rattachés à ce groupe culturel, les fréquences des chênes calculées sans les indéterminés[5] seraient alors identiques. Alors que, si on les attribue tous au Lüscherz récent, on obtient un taux inférieur pour cette culture et donc un modèle de progression plus « classique » avec une augmentation progressive de l'utilisation des chênes au cours du temps[6]. Quoiqu'il en soit, l'espèce dominante est le chêne. La deuxième essence utilisée comme bois pour façonner des pieux est l'aulne au Lüscherz ancien (15.6%) et à l'Auvernier (4.3%), alors qu'au Lüscherz récent c'est le frêne (3.6%, et seulement 2% d'aulne). Chaque culture montre, en plus, l'utilisation assez anecdotique d'espèces différentes : comme le saule au Lüscherz ancien, l'érable et le sapin blanc au Lüscherz récent, le hêtre et le noisetier à l'Auvernier, en sus du peuplier qui est représenté durant les deux phases du Lüscherz et qui disparait à l'Auvernier.

5 422 (chênes Auvernier) + 165 (chênes mélangés) = 587 ; 587 / (464 + 165) x 100 = 93.3%.

6 91 (chênes Lüscherz récent) + 165 (chênes mélangés) = 256 ; 256 / (122 + 165) x 100 = 89.2%.

5.2.5 Caractéristiques des pieux des différentes essences

Pour les pieux, les principales caractéristiques des bois comme la présence de la moelle, de l'aubier, du dernier cerne de croissance sous l'écorce, etc., sont présentées par essence dans le tableau de la fig. 168. La présence de la moelle a été observée sur 963 pieux (83.6%), soit pour les chênes dans 82.6% des cas (787/953), celle de l'aubier sur 64.5% des pieux et 60.9% des chênes et celle du dernier cerne de croissance sous l'écorce dans 53.9% du total et 51.8% des chênes. Pour les autres essences, les effectifs sont trop faibles pour être exprimés en fréquences, mis à part pour l'aulne avec 55 observations ; 98% d'entre eux ont de la moelle (54), 87.3% de l'aubier (48) et 67.3% le dernier cerne de croissance sous l'écorce (37).

Le nombre de cernes est très variable, compris entre 5 et 251 pour l'ensemble des pieux, ce qui correspond aux maximum et minimum observés pour les chênes. Pour cette essence, la moyenne est la plus élevée avec 45.9 cernes. Pour les autres espèces, l'âge moyen des bois est très variable, nous donnons les valeurs par ordre décroissant : le hêtre 44.5 ans, le sapin blanc 44.2, le frêne 40.9. En cinquième place, l'érable avec en moyenne 29 cernes, puis le saule 24.7, le peuplier 22.7, le noisetier 19.8, l'épicéa 19.2 et finalement le tilleul avec un unique pilotis de 15 ans. La variabilité peut être appréhendée par les trois colonnes suivantes qui donnent les nombres maximum, minimum de cernes et l'écart-type (fig. 168).

En ce qui concerne les sections ou le type de débitage, le laboratoire de dendrochronologie distingue, en plus des indéterminés trois valeurs pour cette variable : les bois peuvent être circulaires (pas débités), fendus (coupés en deux) ou refendus (coupé en quartiers de 4 morceaux ou plus). Pour l'ensemble (les 1140 pieux pris en compte ici), il y a 52.8% de bois circulaires, 23.8% de pieux fendus et 23.2%

de refendus. Pour les chênes, les taux sont à peu près semblables, ce qui est normal puisque cette espèce est très largement dominante, avec 49.1% de circulaires, 25.6% de fendus et 25.1% de refendus. Pour les aulnes, seule autre espèce où l'effectif est supérieur à 50, les bois circulaires sont plus fréquents avec 61.2%, ceci au détriment des bois refendus qui ne représentent que 12.7%. Alors que les bois fendus se situent, comme pour les chênes, aux alentours de 25.5%. Le diamètre moyen de la section est de 12.2 cm, 12.9 cm pour les chênes, 9.6 cm pour le sapin blanc, 9.5 cm pour le saule et le frêne, 9 cm pour le hêtre etc.

La corrélation avec le nombre moyen de cernes est assez bonne. La dernière partie du tableau présente les décomptes des pieux datés et non datés par espèce et sera reprise en détail au chapitre suivant. Le taux de pieux datés est de 54.2% et pour les chênes de 63.2% soit 602 pilotis en chêne datés sur les 953 de cette essence qui sont passés par le laboratoire. L'histogramme de répartition des chênes datés et non datés, par classe d'âge de 10 ans, montre que la majorité des bois ont moins de 50 ans (64.4%) et que parmi ces derniers un bon nombre sont tout de même datés (306/602 soit 50.8%, fig. 169).

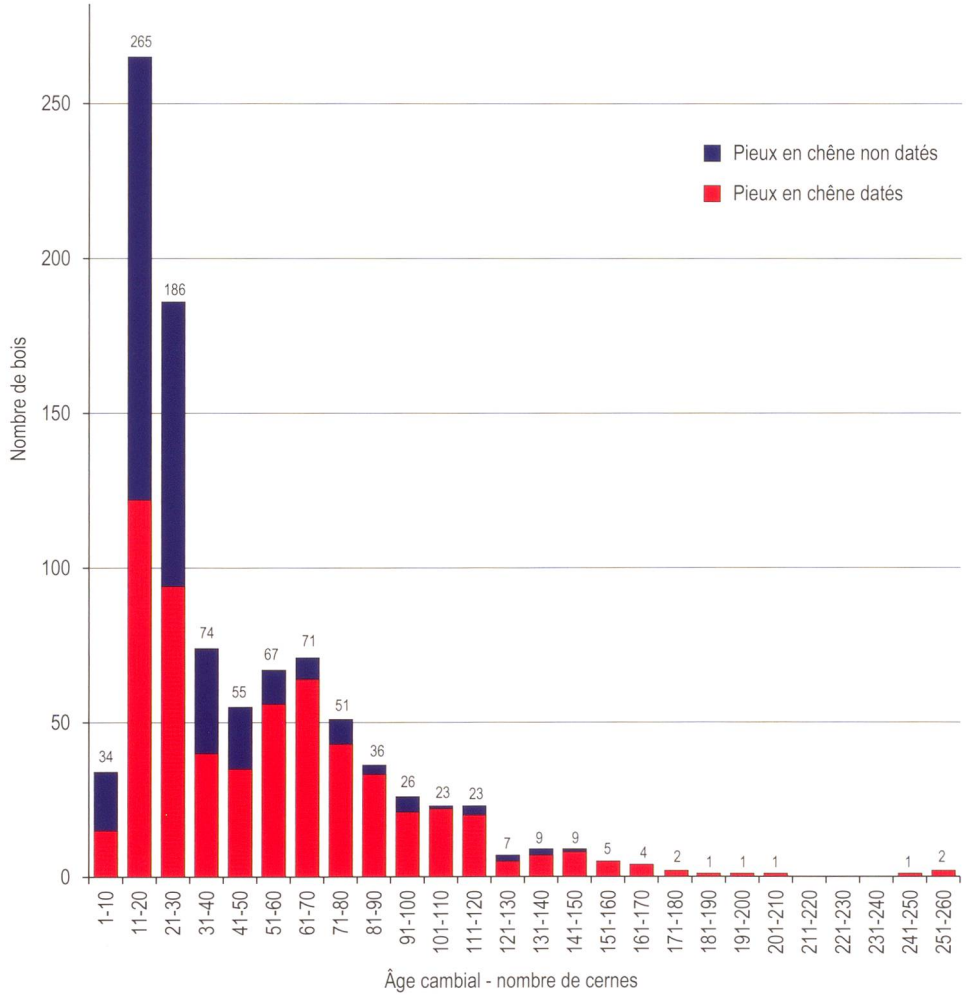


Fig. 169. Histogramme des pilotis en chêne datés et non datés répartis par classe d'âge. 953 bois dont 602 datés et 351 non datés se répartissent entre les 26 classes. La moitié des chênes non datés ont moins de 50 ans.